

FUNZIONI...

- Una funzione permette di
- dare un nome a una espressione
 - rendendola parametrica

```
float f(){  
    return 2 + 3 * sin(0.75);  
}  
  
float f1(int x) {  
    return 2 + x * sin(0.75);  
}
```

E PROCEDURE

- Una procedura permette di
- dare un nome a una istruzione
 - rendendola parametrica
 - non denota un valore, quindi non c'è tipo di ritorno → **void**

```
void p(int x) {  
    float y = x * sin(0.75);  
}
```

PROCEDURE COME COMPONENTI SOFTWARE

- Una procedura è un componente software che cattura l'idea di "macro-istruzione"
- molti possibili parametri, che *possono anche essere modificati* mentre nelle funzioni non devono essere modificati
 - nessun "valore di uscita" esplicito

PROCEDURE COME SERVITORI

- Come una funzione, una procedura è un servitore
 - *passivo*
 - che serve un *cliente per volta*
 - che può trasformarsi in cliente invocando se stessa o altre procedure
- In C, una procedura ha la stessa struttura di una funzione, salvo il tipo di ritorno che è **void**

RITORNO DA UNA PROCEDURA

- L'istruzione *return* provoca solo la restituzione del controllo al cliente
- non è seguita da una espressione da restituire
- quindi, non è necessaria se la procedura termina "spontaneamente" a fine blocco (cioè al raggiungimento della parentesi graffa di chiusura)

COMUNICAZIONE CLIENTE SERVITORE

- Nel caso di una procedura, non esistendo valore di ritorno, cliente e servitore comunicano solo:
 - mediante i parametri
 - mediante aree dati globali
- Il passaggio per valore non basta più:
 - occorre il passaggio per riferimento per poter fare cambiamenti permanenti ai dati del cliente.

PASSAGGIO DEI PARAMETRI

In generale, un parametro può essere trasferito dal cliente al servitore:

- **per valore o copia (by value)**
 - si trasferisce il valore del parametro attuale
- **per riferimento (by reference)**
 - si trasferisce un riferimento al parametro attuale

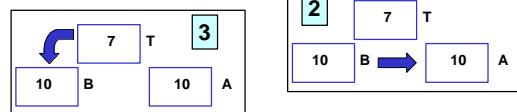
ESEMPIO

Perché il passaggio per valore non basta?

Problema: scrivere una procedura che scambi i valori di due variabili intere.

Specifico:

Dette A e B le due variabili, ci si può appoggiare a una variabile ausiliaria T, e fare una "triangolazione" in tre fasi.



ESEMPIO

Supponendo di utilizzare, senza preoccuparsi, il passaggio per valore usato finora, la codifica potrebbe essere espressa come segue:

```
void scambia(int a, int b) {
    int t;
    t = a; a = b; b = t;
    return; /* può essere omessa */
}
```

ESEMPIO

Il cliente invocherebbe quindi la procedura così:

```
main(){
    int y = 5, x = 33;
    scambia(x, y);
    /* ora dovrebbe essere
       x=5, y=33 ...
       MA NON E' VERO !!
    */
}
```

Perché non funziona??

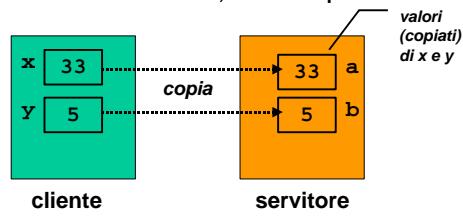
ESEMPIO

- La procedura ha effettivamente scambiato i valori di A e B al suo interno
- ma questa modifica non si è propagata al cliente, perché sono state scambiate le copie locali alla procedura, non gli originali!
- al termine della procedura, le sue variabili locali sono state distrutte → nulla è rimasto del lavoro fatto dalla procedura!!



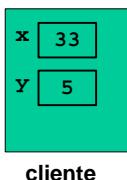
PASSAGGIO PER VALORE

Ogni azione fatta su a e b è strettamente locale al servitore. Quindi a e b vengono scambiati ma quando il servitore termina, tutto scompare.



PASSAGGIO PER VALORE

... e nel cliente non è cambiato niente!!!



PASSAGGIO DEI PARAMETRI IN C

Il C adotta **sempre il passaggio per valore**

- è sicuro: le variabili del cliente e del servitore sono *disaccoppiate*
- ma *non consente di scrivere componenti software il cui scopo sia diverso dal calcolo di una espressione*
- per superare questo limite occorre il *passaggio per riferimento (by reference)*

PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

- Il passaggio per riferimento (*by reference*)
 - non trasferisce una copia del valore del parametro attuale
 - *ma un riferimento al parametro*, in modo da dare al servitore accesso diretto al parametro in possesso del cliente
 - il servitore, quindi, accede *direttamente* al dato del cliente e *può modificarlo*.

PASSAGGIO DEI PARAMETRI IN C

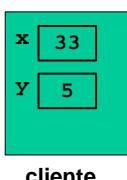
Il C *non supporta direttamente* il passaggio per riferimento

- è una grave mancanza!
- il C lo fornisce indirettamente solo per alcuni tipi di dati
- quindi, occorre costruirselo quando serve.

Il C++ e Java invece lo forniscono

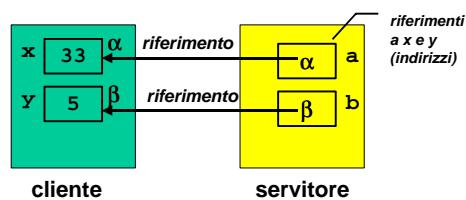
PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

Si trasferisce un riferimento ai parametri attuali (cioè i loro indirizzi)



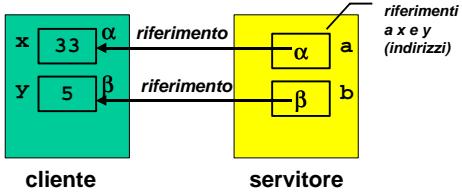
PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

Ogni azione fatta su **a** e **b**
in realtà è fatta su **x** e **y**
nell'environment del cliente



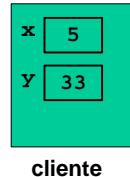
PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

Quindi, scambiando a e b in realtà si scambiano x e y



PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

... e alla fine la modifica permane!



REALIZZARE IL PASSAGGIO PER RIFERIMENTO IN C

- Il C non fornisce direttamente un modo per attivare il passaggio per riferimento, che però è praticamente indispensabile
 - quindi, dobbiamo costruircelo.
- È possibile costruirlo? Come?**
- Poiché passare un parametro per riferimento comporta la capacità di manipolare indirizzi di variabili...
 - ... gestire il passaggio per riferimento implica la capacità di accedere, direttamente o indirettamente, agli indirizzi delle variabili.

REALIZZARE IL PASSAGGIO PER RIFERIMENTO IN C

In particolare occorre essere capaci di:

- ricavare l'indirizzo di una variabile
- dereferenziare un indirizzo di variabile, ossia "recuperare" la variabile dato il suo indirizzo.
- Nei linguaggi che offrono direttamente il passaggio per riferimento, questi passi sono effettuati in modo trasparente all'utente → l'utente non manipola alcun dettaglio della macchina fisica sottostante
- In C l'utente deve conoscere gli indirizzi delle variabili e quindi accedere alla macchina sottostante.

INDIRIZZAMENTO E DEREFERENCING

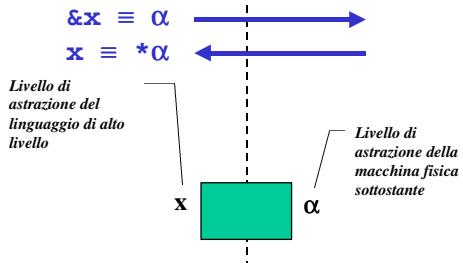
Il C offre a tale scopo due operatori, che consentono di:

- ricavare l'indirizzo di una variabile
operatore estrazione di indirizzo &
- dereferenziare un indirizzo di variabile
operatore di dereferenziamento *

INDIRIZZAMENTO E DEREFERENCING

- Se x è una variabile,
 $\&x$ denota l'indirizzo in memoria di tale variabile:
 $\&x \equiv \alpha$
- Se α è l'indirizzo di una variabile,
 $*\alpha$ denota tale variabile:
 $x \equiv *\alpha$

INDIRIZZAMENTO E DEREFERENCING



PUNTATORI

- Un *puntatore* è il costrutto linguistico introdotto dal C (e da molti altri linguaggi) come *forma di accesso alla macchina sottostante* e in particolare agli indirizzi di variabili
- Un *tipo puntatore a T* è un tipo che denota l'indirizzo di memoria di una variabile di tipo T.
- Un *puntatore a T* è una variabile di “*tipo puntatore a T*” che può contenere l'indirizzo di una variabile di tipo T.

PUNTATORI

- Definizione di una variabile puntatore:

<tipo> * <nomevariabile> ;

- Esempi:

```
int *p;
int* p;
int * p;
```

Queste tre forme sono equivalenti, e definiscono p come “puntatore a intero”

REALIZZARE IL PASSAGGIO PER RIFERIMENTO IN C

- In C per realizzare il passaggio per riferimento:

- il cliente deve *passare esplicitamente gli indirizzi*
- il servitore deve *prevedere esplicitamente dei puntatori come parametri formali*

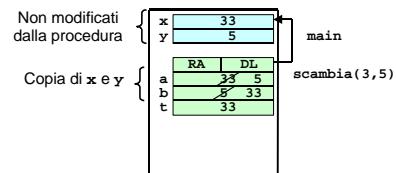
REALIZZARE IL PASSAGGIO PER RIFERIMENTO IN C

```
void scambia(int* a, int* b) {
    int t;
    t = *a; *a = *b; *b = t;
}

main(){
    int y = 5, x = 33;
    scambia(&x, &y);
}
```

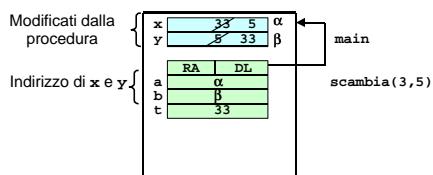
ESEMPIO: RECORD DI ATTIVAZIONE

Caso del passaggio *per valore*:



ESEMPIO: RECORD DI ATTIVAZIONE

Caso del passaggio per riferimento:



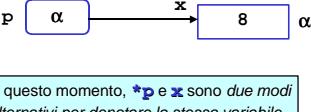
OSSERVAZIONE

- Quando un puntatore è usato per realizzare il passaggio per riferimento, la funzione non dovrebbe mai alterare il valore del puntatore.
- Quindi, se **a** e **b** sono due puntatori:

*a = *b	SI
a = b	NO
- In generale una funzione può modificare un puntatore, ma non è opportuno che lo faccia se esso realizza un passaggio per riferimento

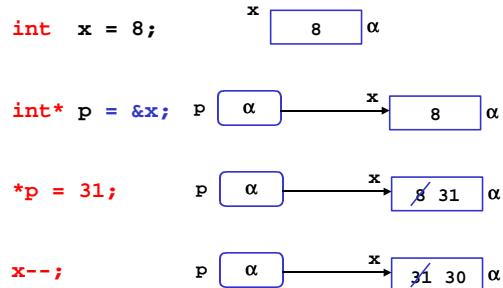
PUNTATORI

- Un puntatore è una variabile destinata a contenere l'indirizzo di un'altra variabile
- Vincolo di tipo: un puntatore a T può contenere solo l'indirizzo di variabili di tipo T.
- Esempio:

<code>int x = 8;</code> <code>int* p;</code> <code>p = &x;</code>	
-----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

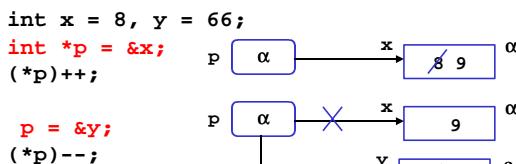
Da questo momento, ***p** e **x** sono due modi alternativi per denotare la stessa variabile

PUNTATORI



PUNTATORI

Un puntatore non è legato per sempre alla stessa variabile: può puntare altrove.



PUNTATORI

- Un puntatore a T può contenere solo l'indirizzo di variabili di tipo T:

- Esempio:

```
int x=8,*p; float *q;
p = &x; /* OK */
q = p; /* NO! */
```

MOTIVO: il tipo del puntatore serve per dedurre il tipo dell'oggetto puntato, che è una informazione indispensabile per effettuare il dereferenziamento.

PUNTATORI

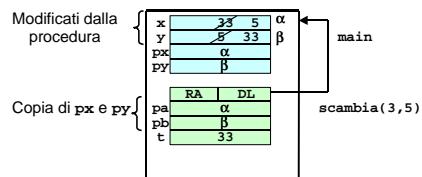
```
void scambia(int* pa, int* pb) {
    int t;
    t = *pa; *pa = *pb; *pb = t;
}

main(){
    int y = 5, x = 33;
    int *py = &y, *px = &x;
    scambia(px, py);
}
```

Variazione dall'esempio precedente: i puntatori sono memorizzati in `px` e `py` prima di passarli alla procedura

ESEMPIO: RECORD DI ATTIVAZIONE

Il record di attivazione si modifica come segue.



COMUNICAZIONE TRAMITE L'ENVIRONMENT GLOBALE

- Una procedura può anche comunicare con il suo cliente mediante *aree dati globali*: un esempio sono le *variabili globali* del C.
- Le *variabili globali* in C:
 - sono allocate nell'area dati globale (fuori da ogni funzione)
 - esistono già prima della chiamata del *main*
 - sono inizializzate automaticamente a 0 salvo diversa indicazione
 - possono essere nascoste in una funzione da una variabile locale omonima
 - sono visibili, previa dichiarazione `extern`, in tutti i file dell'applicazione

ESEMPIO

Esempio: Divisione intera x/y con calcolo di quoziente e resto. Occorre calcolare due valori che supponiamo di mettere in due variabili globali.

```
int quoziante, int resto;
variabili globali quoziante e resto visibili in tutti i blocchi

void dividi(int x, int y) {
    resto = x % y; quoziante = x/y;
}

main(){
    dividi(33, 6);
    printf("%d%d", quoziante, resto);
}
```

Il risultato è disponibile per il cliente nelle variabili globali quoziante e resto

ESEMPIO

Esempio: Con il passaggio dei parametri per indirizzo avremmo il seguente codice

```
void dividi(int x, int y, int* quoziante, int* resto)
{
    *resto = x % y; *quoziante = x/y;
}

main(){
    int k = 33, h = 6, quoz, rest;
    int *pq = &quoz, *pr = &rest;
    dividi(33, 6, pq, pr);
    printf("%d%d", quoz, rest);
}
```